

**CONTROL DEVICE FOR ENGINE****Publication number:** JP8028311**Publication date:** 1996-01-30**Inventor:** OOTA MUNYUKI; YAMAGUCHI KOICHI; INAME TSUTOMU; YAMAMOTO HIROYUKI**Applicant:** MAZDA MOTOR**Classification:**

- International: *F01L3/06; F01L13/00; F02B31/00; F02B31/02; F02D13/02; F02D41/02; F02D41/06; F02D41/10; F02D41/34; F02D43/00; F02F1/42; F02M25/07; F02M69/00; F02M69/04; F02P5/15; F01L3/00; F01L13/00; F02B31/00; F02D13/02; F02D41/02; F02D41/06; F02D41/10; F02D41/34; F02D43/00; F02F1/42; F02M25/07; F02M69/00; F02M69/04; F02P5/15; (IPC1-7): F02D13/02; F01L3/06; F01L13/00; F02B31/00; F02B31/02; F02D41/02; F02D41/10; F02D41/34; F02D43/00; F02F1/42; F02M25/07; F02M69/00; F02M69/04; F02P5/15*

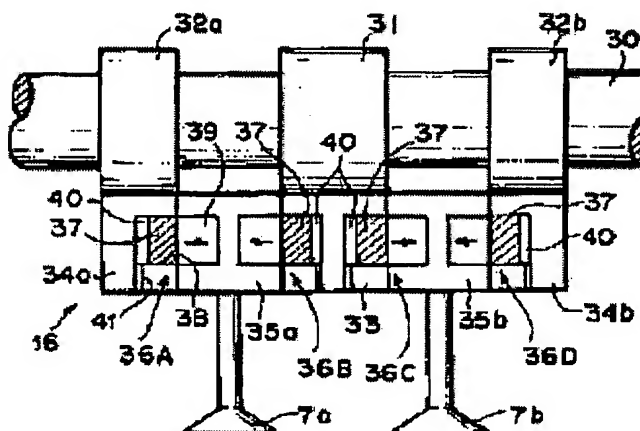
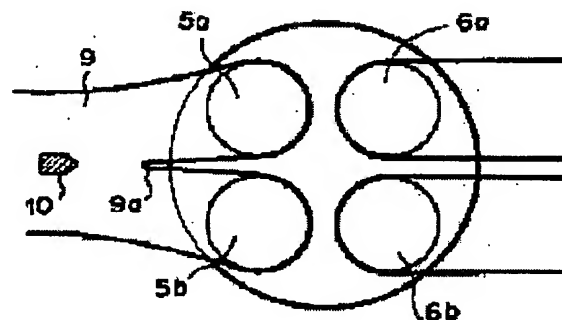
**- European:****Application number:** JP19940160193 19940712**Priority number(s):** JP19940160193 19940712

Report a data error here

**Abstract of JP8028311**

**PURPOSE:** To provide a control device which reduces discharge rates of HC and NOx under, a cold time of a four-cycle engine which has an intake port opened/closed by an intake valve and a fuel valve.

**CONSTITUTION:** Combusted gas circulation valves 32a, 32b which are minutely opened in an initial period of an exhaust process under cold time are provided for circulating the combusted gas to intake parts 5a, 5b. The combusted gas circulation valve serves as an intake valve 31.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-28311

(43)公開日 平成8年(1996)1月30日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

F 0 2 D 13/02

K

E

F 0 1 L 3/06

B

F 0 2 P 5/15

G

F

審査請求 未請求 請求項の数38 OL (全 19 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平6-160193

(22)出願日

平成6年(1994)7月12日

(71)出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72)発明者 太田 統之

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

(72)発明者 山口 浩一

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

(72)発明者 稲目 力

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

(74)代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

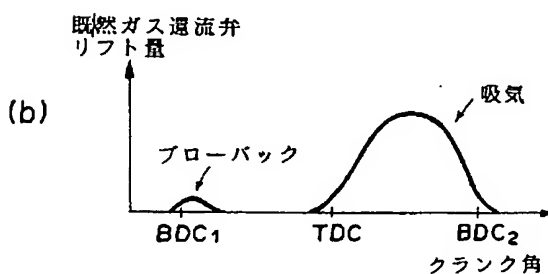
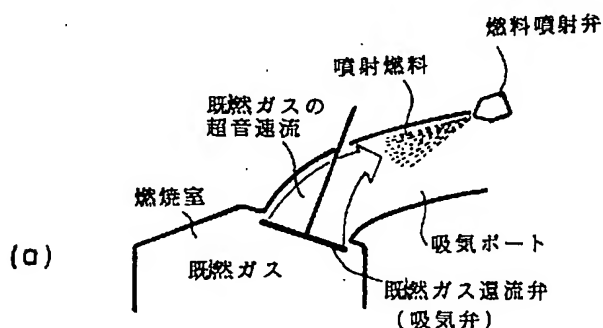
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 エンジンの制御装置

(57)【要約】

【目的】 吸気弁によって開閉される吸気ポートに燃料弁を備えた4サイクルエンジンにおいて、冷間時のHC排出量とNO<sub>x</sub>排出量とを低減する制御装置を提供する。

【構成】 冷間時において排気行程初期に微小量開弁して、既燃ガスを上記吸気ポートに還流する既燃ガス還流弁を設ける。上記既燃ガス還流弁には上記吸気弁を兼用する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 吸気弁によって開閉される吸気ポートに燃料噴射弁を備えた 4 サイクルエンジンの制御装置であって、  
燃焼行程終期から吸気行程初期までの間の所定期間だけ運転状態に応じて微小量開弁して、既燃ガスを上記吸気ポートに還流させる既燃ガス還流弁を備えてなることを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項 2】 上記既燃ガス還流弁を上記エンジンの冷間時に開弁させることを特徴とする請求項 1 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 3】 上記吸気弁を上記既燃ガス還流弁に兼用することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 4】 上記吸気弁が共通の吸気ポートに設けられた第 1 および第 2 の吸気弁からなり、該第 1 および第 2 の吸気弁の双方を上記既燃ガス還流弁に兼用するとともに、上記燃料噴射弁を上記共通吸気ポートの中央に設けてなることを特徴とする請求項 3 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 5】 上記吸気弁が共通の吸気ポートに設けられた第 1 および第 2 の吸気弁からなり、上記第 1 の吸気弁のみを上記既燃ガス還流弁に兼用するとともに、上記燃料噴射弁を上記第 1 の吸気弁側にオフセットして設けてなることを特徴とする請求項 3 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 6】 上記吸気弁が、互いに独立的に形成された第 1 および第 2 の吸気ポートにそれぞれの設けられた第 1 および第 2 の吸気弁からなり、上記第 1 の吸気弁のみを上記既燃ガス還流弁に兼用するとともに、上記第 1 の吸気ポートに上記燃料噴射弁を設けてなることを特徴とする請求項 3 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 7】 低負荷時には、吸気行程における上記第 2 の吸気弁の開弁動作を休止させて、上記第 2 の吸気ポートを閉じることを特徴とする請求項 4 ないし 6 の 1 つに記載のエンジンの制御装置。

【請求項 8】 上記第 2 の吸気ポートにスワール制御弁を設け、低負荷時には該スワール制御弁を開弁して、上記第 2 の吸気ポートを閉じることを特徴とする請求項 6 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 9】 1 本のカムシャフトに、第 1 の既燃ガス還流用カムと吸気用カムと第 2 の既燃ガス還流用カムとをこの順に並設し、上記カムシャフトに平行に配置されたロッカーシャフトに、上記第 1 の既燃ガス還流用カムに係合する第 1 のロッカーアームと、上記第 1 の吸気弁に係合する第 2 のロッカーアームと、上記吸気用カムに係合する第 3 のロッカーアームと、上記第 2 の吸気弁に係合する第 4 のロッカーアームと、上記第 2 の既燃ガス還流用カムに係合する第 5 のロッカーアームとを互いに隣接させて揺動自在に配置するとともに、互いに隣接す

る 2 つのロッカーアームをそれぞれ連動状態または非連動状態に択一的に切り換える第 1、第 2、第 3 および第 4 の切換手段を設けてなることを特徴とする請求項 4 ないし 7 の 1 つに記載のエンジンの制御装置。

【請求項 10】 上記燃料噴射弁による燃料噴射を上記既燃ガス還流弁の開弁時期に同期させて行うことを特徴とする請求項 1 ないし 9 の 1 つに記載のエンジンの制御装置。

【請求項 11】 上記燃料噴射弁による燃料噴射の終了時点を上記既燃ガス還流弁の開弁期間の前半に設定することを特徴とする請求項 1 ないし 10 の 1 つに記載のエンジンの制御装置。

【請求項 12】 上記燃料噴射弁による燃料噴射期間が上記既燃ガス還流弁の開弁期間よりも長いとき、上記燃料噴射弁から噴射された燃料が上記吸気ポートの燃焼室内への開口部に到達するのに要する時間 T だけ上記既燃ガス還流弁の開弁開始時点よりも以前に燃料噴射を開始することを特徴とする請求項 1 ないし 10 の 1 つに記載のエンジンの制御装置。

【請求項 13】 上記燃料噴射弁の上流または下流の吸気ポートに吸気ポート絞り手段を設け、上記燃料噴射弁による燃料噴射期間が上記既燃ガス還流弁の開弁期間よりも長いとき、上記吸気ポート絞り手段を作動させることを特徴とする請求項 1 ないし 10 の 1 つに記載のエンジンの制御装置。

【請求項 14】 上記燃料噴射弁による燃料噴射を、排気弁の開弁期間と上記吸気弁の開弁期間とのオーバーラップ期間にも行うことを特徴とする請求項 10 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 15】 上記燃料噴射弁の燃料噴射方向を上記吸気ポートの上壁部に指向させたことを特徴とする請求項 1 ないし 9 の 1 つに記載のエンジンの制御装置。

【請求項 16】 上記燃料噴射弁の燃料噴射期間を上記既燃ガス還流弁の開弁期間以前に設定したことを特徴とする請求項 15 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 17】 上記既燃ガス還流弁が開弁される運転状態において、上記既燃ガス還流弁の開弁時期に同期して上記吸気ポートの上方壁部に向けて燃料を噴射する第 1 の燃料噴射弁と、上記既燃ガス還流弁の開弁動作が休止される運転状態において、吸気行程に同期して燃料を上記吸気ポートの燃焼室への開口部に向けて噴射する第 2 の燃料噴射弁とを備えてなることを特徴とする請求項 3 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 18】 第 1 および第 2 の吸気弁が共通の吸気ポートに設けられる場合において、上記第 1 の吸気弁を上記既燃ガス還流弁に兼用し、かつ上記第 1 の燃料噴射弁を上記共通吸気ポートの上記第 1 の吸気弁側にオフセットして設け、上記第 2 の燃料噴射弁を上記共通吸気ポートの中央に設けてなることを特徴とする請求項 17 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 19】 第 1 および第 2 の吸気弁によってそれぞれ開閉される第 1 および第 2 の吸気ポートが互いに独立して設けられる場合において、上記第 1 の吸気弁を上記既燃ガス還流弁に兼用し、かつ上記第 1 の燃料噴射弁を上記第 1 の吸気ポートに設け、上記第 2 の燃料噴射弁を上記第 2 の吸気ポートに設けることを特徴とする請求項 17 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 20】 上記既燃ガス還流弁の開弁により上記吸気ポートに還流される既燃ガスを上記吸気ポート内で旋回させる手段を備えなことを特徴とする請求項 1 ないし 19 の 1 つに記載のエンジンの制御装置。

【請求項 21】 上記既燃ガスを旋回させる手段が、既燃ガスが還流される吸気ポートを傾斜湾曲させることからなることを特徴とする請求項 20 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 22】 上記既燃ガスを旋回させる手段が、既燃ガスが還流される吸気ポートに設けられた偏向板からなることを特徴とする請求項 20 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 23】 上記既燃ガスを旋回させる手段が、上記既燃ガス還流弁に兼用する吸気バルブの傘部に設けられた偏向板からなることを特徴とする請求項 20 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 24】 上記エンジンが多気筒エンジンよりなる場合において、各気筒の燃焼状態を検出する手段を設け、該検出手段により燃焼速度が遅いことが検出された気筒の空燃比をリッチ側に補正し、または該気筒の点火時期を進角させることを特徴とする請求項 1 ないし 23 の 1 つに記載のエンジンの制御装置。

【請求項 25】 上記エンジンの排気通路にシャッター弁を設け、冷間高負荷時に上記シャッター弁を閉制御することを特徴とする請求項 1 ないし 24 の 1 つに記載のエンジンの制御装置。

【請求項 26】 上記既燃ガス還流弁が開弁される運転状態から該既燃ガス還流弁の開弁動作が休止される運転状態への切替え時におけるトルク変動を低減する手段を備えてなることを特徴とする請求項 1 ないし 25 の 1 つに記載のエンジンの制御装置。

【請求項 27】 上記トルク変動低減手段が、上記エンジンの排気通路に設けたシャッター弁を徐々に開制御する手段からなることを特徴とする請求項 26 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 28】 上記トルク変動低減手段が、空燃比を一旦リーン側に補正した後、徐々に空燃比を適正空燃比に戻す手段からなることを特徴とする請求項 26 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 29】 上記トルク変動低減手段が、点火時期を一旦遅角させた後、徐々に適正点火時期に戻す手段からなることを特徴とする請求項 26 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 30】 上記トルク変動低減手段が、上記既燃ガス還流弁の開弁時期を徐々に遅らせる手段からなることを特徴とする請求項 26 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 31】 上記エンジンが排気通路から吸気通路へ排気ガスを還流させる外部 EGR 手段を備えており、上記トルク変動低減手段が、一旦所定量の外部 EGR 量を導入した後、該外部 EGR 量を徐々に減少させる手段からなることを特徴とする請求項 26 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 32】 上記燃料噴射弁による加速時の臨時噴射を吸気行程の初期に行うことを特徴とする請求項 1 ないし 31 の 1 つに記載のエンジンの制御装置。

【請求項 33】 減速時における吸入空気量の減少に伴う空燃比のリッチ化に対応して、点火時期を遅角補正することを特徴とする請求項 1 ないし 32 の 1 つに記載のエンジンの制御装置。

【請求項 34】 上記既燃ガス還流弁の開始時期に同期させた上記燃料噴射弁による燃料噴射の終了時点を上記既燃ガス還流弁の開弁時点にほぼ一致させてなることを特徴とする請求項 10 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 35】 上記燃料噴射弁に、燃料とともにエアを該燃料噴射弁から噴出させるエアアシスト手段を付設するとともに、上記既燃ガス還流弁の開弁中は、上記エアアシスト手段により還流既燃ガスの圧力以上の圧力を有するエアを上記燃料噴射弁から噴出させることを特徴とする請求項 1 ないし 34 の 1 つに記載のエンジンの制御装置。

【請求項 36】 既燃ガス還流弁を上記吸気弁とは別個に備えてなることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 37】 上記既燃ガス還流弁を上記吸気ポートから分岐された既燃ガス還流ポートに設け、上記燃料噴射弁から噴射される燃料が上記吸気ポートを横切って上記既燃ガス還流ポートに向かうように、上記燃料噴射弁を上記既燃ガス還流ポートを指向させて上記吸気ポートに配設するとともに、上記既燃ガス還流弁が開弁される運転状態においては、上記燃料噴射弁からの燃料噴射を上記既燃ガス還流弁の開弁時期に同期させて行い、かつ上記既燃ガス還流弁が開弁動作が休止される運転状態においては、上記燃料噴射弁からの燃料噴射を吸気行程に同期させて行うことを特徴とする請求項 36 に記載のエンジンの制御装置。

【請求項 38】 上記吸気弁が上記既燃ガス還流弁よりも大径に形成されてなることを特徴とする請求項 38 に記載のエンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、エンジンの制御装置に関し、特に、吸気弁によって開閉される吸気ポートに燃

料噴射弁を備えた 4 サイクルエンジンにおいて、特に冷間時におけるエミッション特性の向上を図ったエンジンの制御装置に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】従来の車両用エンジンでは、排気ガス浄化の観点から、排気ガスの一部を吸気系または燃焼室に還流して、排気ガス中の  $\text{NO}_x$  の含有率を低下させることが行われている。

【0003】この排気ガス還流（以下「EGR」と略称する）には、排気通路と吸気通路とを、途中で流量制御弁（EGR 弁）を設けたパイプで連通させ、このパイプを通じて排気ガスの一部を吸気系に還流する外部 EGR 方式と、既燃ガスの一部を燃焼室内に残留させる内部 EGR 方式とに大別される。

【0004】ところで、上記内部 EGR 方式の場合、既燃ガスの一部が燃焼室内に残留するので、比較的温度的の高い残留ガスが新規混合気を加熱するため、燃料の気化を促進させることができる。そして、この内部 EGR は、吸気行程と排気行程とのオーバーラップ期間を長くすることにより達成でき、例えば、特開平 5-272364 号公報には、吸気行程と排気行程とのオーバーラップ期間を可変することによって、エンジンの運転状態に応じた内部 EGR 量を得るようにしたエンジンが記載されている。

【0005】一方、吸気ポートに燃料噴射弁を備えた従来の 4 サイクルエンジンでは、特に冷間時において、液状の燃料が吸気ポートの壁面に付着することに起因して、排気ガス中の HC 含有量が多く、その低減が望まれていた。

【0006】ところで、排気行程とこれに続く吸気行程との間のオーバーラップ期間には、比較的温度的の高い既燃ガスの一部が吸気ポートに超音速で還流され、この既燃ガスが、冷間時に吸気ポートの壁面に付着した液体状態の燃料を気化させるように作用するから、上記オーバーラップ期間を長くすることにより、冷間時における HC 排出量を低減できることが知られている。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記オーバーラップ期間を長くすると、運転状態によっては燃焼の安定性が損なわれるという問題があり、さらに、オーバーラップ期間における既燃ガスの吸気ポートへの還流が、筒内圧力が低下した排気行程の末期に行われるために、オーバーラップ期間のごく初期にしか既燃ガスの超音速流が発生せず、したがって、従来の内部 EGR 方式による冷間時の HC 排出量低減効果は僅かなものであった。

【0008】上述の事情に鑑み、本発明は、還流既燃ガスの超音速流を有効に利用して、冷間時における HC 排出量低減を図ったエンジンの制御装置を提供することを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明によるエンジンの制御装置は、吸気弁によって開閉される吸気ポートに燃料噴射弁を備えた 4 サイクルエンジンの制御装置であって、図 1 (a), (b) に示すように、燃焼行程終期から吸気行程初期までの間の所定期間だけ運転状態に応じて微小量開弁して、既燃ガスを上記吸気ポートに還流させる既燃ガス還流弁を備えてなることを特徴とする。

【0010】上記既燃ガス還流弁はエンジンの冷間時に開弁するように制御され、吸気弁を上記既燃ガス還流弁に兼用することができる。

【0011】本発明の 1 つの態様においては、上記吸気弁が共通の吸気ポートに設けられた第 1 および第 2 の吸気弁からなり、該第 1 および第 2 の吸気弁の双方を上記既燃ガス還流弁に兼用するとともに、上記燃料噴射弁を上記共通吸気ポートの中央に設ける。そして、低負荷時には、吸気行程における上記第 2 の吸気弁の開弁動作を休止させて、第 2 の吸気ポートを閉じるように構成することが好ましい。

【0012】本発明の他の態様においては、上記吸気弁が共通の吸気ポートに設けられ第 1 および第 2 の吸気弁からなり、上記第 1 の吸気弁のみを上記既燃ガス還流弁に兼用するとともに、上記燃料噴射弁を上記第 1 の吸気弁側にオフセットして設ける。この場合も、低負荷時には、吸気行程における上記第 2 の吸気弁の開弁動作を休止させて、第 2 の吸気ポートを閉じるように構成することが好ましい。

【0013】本発明のさらに他の態様においては、上記吸気弁が、互いに独立的に形成された第 1 および第 2 の吸気ポートにそれぞれの設けられた第 1 および第 2 の吸気弁からなり、上記第 1 の吸気弁のみを上記既燃ガス還流弁に兼用するとともに、上記第 1 の吸気ポートに上記燃料噴射弁を設ける。この場合も、低負荷時には、吸気行程における上記第 2 の吸気弁の開弁動作を休止させるか、あるいは第 2 の吸気ポートに設けたスワール制御弁を開弁して、上記第 2 の吸気ポートを閉じるように構成することが好ましい。

【0014】上記第 1 および第 2 の吸気弁を駆動するために、1 本のカムシャフトに、第 1 の既燃ガス還流用カムと吸気用カムと第 2 の既燃ガス還流用カムとをこの順に並設し、上記カムシャフトに平行に配置されたロッカーシャフトに、上記第 1 の既燃ガス還流用カムに係合する第 1 のロッカーアームと、上記第 1 の吸気弁に係合する第 2 のロッカーアームと、上記吸気用カムに係合する第 3 のロッカーアームと、上記第 2 の吸気弁に係合する第 4 のロッカーアームと、上記第 2 の既燃ガス還流用カムに係合する第 5 のロッカーアームとを互いに隣接させて揺動自在に配置するとともに、互いに隣接する 2 つのロッカーアームをそれぞれ運動状態または非運動状態に択一的に切替える第 1、第 2、第 3 および第 4 の切換手

段を設ける。

【0015】上記燃料噴射弁による燃料噴射は、上記既燃ガス還流弁（吸気弁）の開弁時期に同期させて行っている。この燃料噴射の終了時点は、一般に既燃ガス還流弁の開弁期間の前半に設定するが、燃料噴射期間が既燃ガス還流弁の開弁期間よりも長いときには、上記燃料噴射弁から噴射された燃料が上記吸気ポートの燃焼室内への開口部に到達するのに要する時間Tだけ上記既燃ガス還流弁の開弁開始時点よりも以前に燃料噴射を開始するようにしている。

【0016】また、上記燃料噴射弁の上流または下流の吸気ポートに吸気ポート絞り手段を設け、上記燃料噴射弁による燃料噴射期間が上記既燃ガス還流弁の開弁期間よりも長いとき、上記吸気ポート絞り手段を作動させるようにしている。

【0017】また、上記燃料噴射弁による燃料噴射を、上記既燃ガス還流弁の開弁時期に同期させて行うことに加えて、排気弁の開弁期間と上記吸気弁の開弁期間とのオーバーラップ期間にも行っても良い。

【0018】さらに、上記燃料噴射弁の燃料噴射方向を上記吸気ポートの上壁部に指向させても良い。その場合、燃料噴射弁の燃料噴射期間を上記既燃ガス還流弁の開弁期間以前に設定する。

【0019】本発明によるエンジンの制御装置のさらに他の態様によれば、既燃ガス還流弁の開弁時期に同期して吸気ポートの上方壁部に向けて燃料を噴射する第1の燃料噴射弁と、上記既燃ガス還流弁の開弁動作が休止される運転状態において、吸気行程に同期して燃料を吸気ポートの燃焼室への開口部に向けて噴射する第2の燃料噴射弁とを備えている。

【0020】その場合、第1および第2の吸気弁が共通の吸気ポートに設けられる場合においては、上記第1の吸気弁を上記既燃ガス還流弁に兼用し、かつ上記第1の燃料噴射弁を上記共通の吸気ポート上記第1の吸気弁側にオフセットして設け、上記第2の燃料噴射弁を共通の吸気ポートの中央に設ける。

【0021】また、第1の吸気弁によって開閉される第1の吸気ポートと、第2の吸気弁によって開閉される第2の吸気ポートとが互いに独立して設けられる場合においては、上記第1の吸気弁を上記既燃ガス還流弁に兼用し、かつ上記第1の燃料噴射弁を上記第1に吸気ポートに設け、上記第2の燃料噴射弁を上記第2の吸気ポートに設ける。

【0022】本発明によるエンジンの制御装置のさらに他の態様によれば、上記既燃ガス還流弁の開弁により上記吸気ポートに還流される既燃ガスを上記吸気ポート内で旋回させる手段を備えている。

【0023】この既燃ガスの旋回手段は、既燃ガスが還流される吸気ポートを傾斜湾曲させるのみでも得られ、吸気ポートあるいは既燃ガス還流弁に兼用する吸気バル

ブの傘部に偏向板を設けることによっても得られる。

【0024】エンジンが多気筒エンジンよりなる場合においては、各気筒の燃焼状態を検出する手段を設け、該検出手段により、燃焼速度が遅いことが検出された気筒の空燃比をリッチ側に補正し、または該気筒の点火時期を進角させることが好ましい。

【0025】さらに、エンジンの排気通路にシャッター弁を設け、このシャッター弁を冷間高負荷時に閉制御する。

10 【0026】上記既燃ガス還流弁が開弁される運転状態から該既燃ガス還流弁の開弁動作が休止される運転状態への切替え時に発生するおそれがあるトルク変動を低減する手段を設けることも好ましい。

【0027】このトルク変動低減手段は、例えば、エンジンの排気通路に設けたシャッター弁を徐々に閉制御する手段からなる。上記トルク変動低減手段はまた、空燃比を一旦リーン側に補正した後、徐々に適正空燃比に戻す手段、あるいは点火時期を一旦遅角させた後、徐々に適正点火時期に戻す手段からなる。

20 【0028】さらに、上記トルク変動低減手段は、既燃ガス還流弁の開弁時期を徐々に遅らせる手段からなる場合もある。

【0029】また、エンジンが、排気通路から吸気通路へ排気ガスを還流させる外部EGR手段を備えている場合、上記トルク変動低減手段は、一旦所定量の外部EGR量を導入した後、該外部EGR量を徐々に減少させる手段からなる。

30 【0030】エンジンの加速時に、燃料噴射弁により臨時噴射が行われる場合は、この臨時噴射を吸気行程の初期に行っている。また、減速時においては、吸入空気量の減少に伴う空燃比のリッチ化に対応して、点火時期を遅角補正している。

【0031】既燃ガス還流弁の開始時期に同期させた燃料噴射の終了時点は上記既燃ガス還流弁の開弁時点にほぼ一致させることが好ましい。

40 【0032】上記燃料噴射弁に、燃料とともにエアを該燃料噴射弁から噴出させるエアアシスト手段が付設されている場合は、上記既燃ガス還流弁の開弁中は、上記エアアシスト手段により還流既燃ガスの圧力以上の圧力を有するエアを上記燃料噴射弁から噴出させることが好ましい。

50 【0033】本発明においては、エンジンが専用の既燃ガス還流弁を吸気弁とは別個に設ける場合もある。その場合、上記専用の既燃ガス還流弁を上記吸気ポートから分岐された既燃ガス還流ポートに設け、上記燃料噴射弁から噴射される燃料が上記吸気ポートを横切って上記既燃ガス還流ポートに向かうように、上記燃料噴射弁を上記既燃ガス還流ポートを指向させて上記吸気ポートに配設するとともに、上記既燃ガス還流弁が開弁される運転状態においては、上記燃料噴射弁からの燃料噴射を上記



既燃ガス還流弁の開弁時期に同期させて行い、かつ上記既燃ガス還流弁の開弁動作が休止される運転状態においては、上記燃料噴射弁からの燃料噴射を吸気行程に同期させて行うようにしている。また、上記吸気弁が上記既燃ガス還流弁よりも大径に形成されていることが好ましい。

#### 【0034】

【作用および発明の効果】本発明によれば、燃焼行程終期から吸気行程初期までの間の所定期間だけ運転状態に応じて微小量開弁して、既燃ガスを上記吸気ポートに還流させる既燃ガス還流弁を備えていることにより、図1に示すように、高温の既燃ガスの一部が超音速で吸気ポートに還流（ブローバック）して、燃料噴射弁から噴射された燃料噴霧に衝突するから、燃料の気化が促進されるとともに、内部EGR効果により、NO<sub>x</sub>排出量が低減される。

【0035】特に、上記既燃ガスの還流を冷間時に行うことにより、冷間時に燃料噴射弁から噴射される粗大液滴が分裂・崩壊して、気化が促進されるため、燃焼室内に流入する燃料の壁面付着量が減少し、HC排出量が大幅に低減される効果がある。また、吸気弁が第1および第2の吸気弁からなる場合に、第1の吸気弁のみ、または双方の吸気弁を既燃ガス還流弁に兼用することにより、エンジンの燃焼室に対する弁配置は変更せず、弁駆動機構の変更のみで本発明を実施できる利点がある。そして、低負荷時には、吸気行程にける上記第2の吸気弁の開弁動作を休止させることにより、燃焼室内にスワールが生成し、既燃ガス際循環による燃焼性悪化のおそれを回避することができる。

【0036】また、上記第1および第2の吸気弁を駆動するために、1本のカムシャフトに、第1の既燃ガス還流用カムと吸気用カムと第2の既燃ガス還流用カムとをこの順に並設し、上記カムシャフトに平行に配置されたロッカーシャフトに、上記第1の既燃ガス還流用カムに係合する第1のロッカーアームと、上記第1の吸気弁に係合する第2のロッカーアームと、上記吸気用カムに係合する第3のロッカーアームと、上記第2の吸気弁に係合する第4のロッカーアームと、上記第2の既燃ガス還流用カムに係合する第5のロッカーアームとを互いに隣接させて揺動自在に配置するとともに、互いに隣接する2つのロッカーアームをそれぞれ連動状態または非連動状態に択一的に切り換える第1、第2、第3および第4の切換手段を設けたことにより、上記第1～第4の切換手段の連動状態または非連動状態の選択により、吸気ポートの構造および燃料噴射弁の配置に適応した種々の上記第1および第2の吸気弁の動作態様の選択が可能になる。

【0037】また、本発明においては、上記燃料噴射弁による燃料噴射を、上記既燃ガス還流弁（吸気弁）の開弁時期に同期させて行っており、特に、気化に時間を要

する粗大液滴や燃料だれを発生しやすい噴射終了時点に還流の運動量が大きい既燃ガス還流期間の前半に設定することにより、高温のブローバックガスを燃料噴霧に効果的に衝突させることができる。

【0038】また、上記燃料噴射弁の上流または下流の吸気ポートに吸気ポート絞り手段を設け、上記燃料噴射弁による燃料噴射期間が上記既燃ガス還流弁の開弁期間よりも長いとき、上記吸気ポート絞り手段を作動させるようにしているため、還流時間が長くなり、燃料の気化が促進される。

【0039】また、上記燃料噴射弁による燃料噴射を複数回に分けて行い、上記既燃ガス還流弁の開弁時期に同期させて行うことに加えて、排気弁の開弁期間と上記吸気弁の開弁期間とのオーバーラップ期間にも燃料噴射を行うことにより、オーバーラップ期間における既燃ガスの還流をも燃料の気化に利用することができる。

【0040】さらに、還流される既燃ガスは、吸気ポートの上方に偏るため、上記燃料噴射弁の燃料噴射方向を上記吸気ポートの上壁部に指向させることにより気化が促進されるが、この場合、燃料噴射弁の燃料噴射期間を上記既燃ガス還流弁の開弁期間以前に設定することにより、噴射された燃料全部に還流既燃ガスを接触させることができ、気化がさらに促進される。

【0041】また、上記燃料噴射弁の燃料噴射方向を上記吸気ポートの上壁部に指向させると、既燃ガス還流弁が開弁される冷間時には燃料が還流既燃ガスに衝突して気化が促進されるが、温間時のように既燃ガス還流弁の開弁動作が休止される運転状態においては、上記燃料噴射弁の燃料噴射方向を上記吸気ポートの上壁部に指向させるのはあまり好ましくない。そこで、既燃ガス還流弁の開弁時期に同期して吸気ポートの上方壁部に向けて燃料を噴射する第1の燃料噴射弁と、上記既燃ガス還流弁の開弁動作が休止される運転状態において、吸気行程に同期して燃料を吸気ポートの燃焼室への開口部に向けて噴射する第2の燃料噴射弁とを設けることによって、エミッションおよび燃費の悪化を抑制できる。

【0042】さらに、上記既燃ガス還流弁の開弁により上記吸気ポートに還流される既燃ガスを上記吸気ポート内で旋回させる手段を備えていることにより、燃料噴霧および壁面付着燃料の気化を促進できる。

【0043】また、エンジンが多気筒エンジンよりなる場合においては、各気筒の構造上のばらつきから、既燃ガス還流量にもばらつきが生じ、特に低負荷時には、燃焼状態が悪い上に、吸気ポート内と筒内との圧力差が大きいため、還流量のばらつきにより、各気筒の燃焼状態が異なって、エンジンの回転変動が発生しやすい。そこで、各気筒の燃焼状態を検出する手段を設け、該検出手段により、燃焼速度が遅いことが検出された気筒の空燃比をリッチ側に補正し、または該気筒の点火時期を進角させることにより、エンジンの回転変動を抑制すること

10

20

30

40

50

ができる。

【0044】さらに、既燃ガスの還流を行う場合であっても、冷間高負荷時には、スロットル弁が大きく開かれて吸気ポート内の負圧が減少することにより、還流量が減少するが、エンジンの排気通路にシャッター弁を設け、このシャッター弁を冷間高負荷時に閉制御することにより、排気圧が高まり、十分な還流量をうることができる。また、高負荷時に EGR を行えるため、NO<sub>x</sub> 排出量が低減される。

【0045】さらに、既燃ガス還流弁が開弁される運転状態から、既燃ガス還流弁の開弁動作が休止される運転状態への切換え時には、内部 EGR が急激に無くなるため、燃焼状態が急激に変化してトルクショックを発生するが、上記切換え時に、エンジンの排気通路に設けたシャッター弁を徐々に開制御することにより、燃焼状態を徐々に変化させて、トルクショックの発生を抑制することができる。

【0046】また、上記切換え時に、空燃比を一旦リーン側に補正した後、徐々に適正空燃比に戻すことにより、あるいは点火時期を一旦遅角させた後、徐々に適正点火時期に戻すことにより、燃焼状態の急激を阻止することができ、これによって、トルクショックの発生を抑制することができる。

【0047】さらに、上記切換え時に、既燃ガス還流弁の開弁動作を直ちに停止させず、開弁時期を徐々に遅らせてから既燃ガス還流弁の開弁動作を停止させることによっても、燃焼状態が徐々に変化するからトルクショックの発生を抑制することができる。

【0048】さらに、エンジンが、排気通路から吸気通路へ排気ガスを還流させる外部 EGR 手段を備えている場合、上記切換え時に、一旦所定量の外部 EGR 量を導入した後、該外部 EGR 量を徐々に減少させることにより、EGR 量を徐々に減らすことができるから、これによっても、トルクショックの発生を抑制することができる。

【0049】ところで、ブローバックにより還流した高温の既燃ガスが吸気行程の初期において吸気とともに吸気ポートを燃焼室内に向かって通過するから、エンジンの加速時に、燃料噴射弁により臨時噴射が行われる場合、この臨時噴射を吸気行程の初期に行うことにより、その噴霧の気化が促進され、吸気ポートの壁面への燃料付着量が減少する。したがって、燃料の輸送遅れが少なくなり、応答性が向上する。また、壁面付着を見込んだ燃料増量が不要となるから、燃費も向上し、HC 排出量の増加も抑制される。

【0050】また、スロットルバルブが開状態から閉状態になる減速時において、燃料カットが行われるまでは、吸入空気量の減少に伴い空燃比がリッチになって、HC 排出量が増加するが、点火時期を遅角補正することにより、排気温度が上昇するから、HC 排出量の増加を

も抑制することができる。

【0051】さらに、燃料噴射弁のノズルが還流既燃ガスに直接さらされると、上記ノズルが目詰まりを起こすおそれがある。そこで、既燃ガス還流弁の開始時期に同期させた燃料噴射の終了時点を上記既燃ガス還流弁の開弁時点にほぼ一致させることにより、燃料噴射弁のノズルが還流既燃ガスに直接さらされるのを回避することができる。

【0052】また、上記燃料噴射弁に、燃料とともにエアを該燃料噴射弁から噴出させるエアアシスト手段が付設されている場合は、上記既燃ガス還流弁の開弁中は、上記エアアシスト手段により還流既燃ガスの圧力以上の圧力を有するエアを上記燃料噴射弁から噴出させることにより、燃料噴射弁のノズルが還流既燃ガスに直接さらされるのを回避することができる。

【0053】さらに、エンジンが専用の既燃ガス還流弁を吸気弁とは別個に設ける場合は、動弁機構が簡単になり、かつ吸気弁を既燃ガス還流弁に兼用する場合のカム駆動損失を低減することができる。その場合、上記専用の既燃ガス還流弁を上記吸気ポートから分岐された既燃ガス還流ポートに設け、上記燃料噴射弁から噴射される燃料が上記吸気ポートを横切って上記既燃ガス還流ポートに向かうように、上記燃料噴射弁を上記既燃ガス還流ポートを指向させて上記吸気ポートに配設するとともに、上記既燃ガス還流弁が開弁される運転状態においては、上記燃料噴射弁からの燃料噴射を上記既燃ガス還流弁の開弁時期に同期させて行い、かつ上記既燃ガス還流弁の開弁動作が休止される運転状態においては、上記燃料噴射弁からの燃料噴射を吸気行程に同期させて行うことにより、燃料噴霧のブレイクアップレングスを確保でき、吸気ポート内における燃料の壁面付着量を減らすことができる。また、上記既燃ガス還流弁は上記吸気弁と同径でも良いが、吸気弁を既燃ガス還流弁よりも大径に形成することにより、既燃ガス還流時には、吸気に吹き戻された燃料が大径の吸気弁の位置から燃焼室内に流入して広範囲に拡散し、還流停止時には、吸気行程に同期した燃料噴射により、燃料噴霧が吸気に曲げられて大径の吸気弁の位置から燃焼室内に流入して広範囲に拡散するから、吸気との混合が促進されて、燃焼性が向上する利点がある。

【0054】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面を参照して詳細に説明する。

【0055】図 2 に示すように、本発明に係わるエンジン E は、シリンダブロック 1 のシリンダボア 1a 内に摺動自在に収納されたピストン 2 と、上記シリンダブロック 1 の上端に固定されたシリンダヘッド 3 とを備え、シリンダブロック 1 とピストン 2 とシリンダヘッド 3 とによって燃焼室 4 が形成されている。

【0056】シリンダヘッド 3 には、図 3 (a) に示す



ように、燃焼室 4 に開口する第 1 および第 2 の吸気ポート 5 a, 5 b および第 1 および第 2 の排気ポート 6 a, 6 b が設けられるとともに、上記吸気ポート 5 a, 5 b をそれぞれ開閉する第 1 および第 2 の吸気弁 7 a, 7 b と、上記排気ポート 6 a, 6 b をそれぞれ開閉する第 1 および第 2 の排気弁 8 a, 8 b が装着されている。

【0057】上記吸気ポート 5 a, 5 b は、その直上流側で合流して共通の吸気ポート 9 を形成しており、吸気ポート 5 a, 5 b に燃料を噴射するための燃料噴射弁 10 が上記共通吸気ポート 9 の中央に取り付けられており、燃料噴射弁 10 は、吸気ポート 5 a, 5 b の間の仕切壁 9 a に向けて設けられている。また、図 3 (b) は、図 3 (a) と同一の吸気ポート構造を有するが、燃料噴射弁 10 が第 1 の吸気ポート 5 a 側にオフセットして設けられた場合の構成を示している。

【0058】いずれの構成においても、低負荷時には、吸気行程における第 2 の吸気弁 7 b の開弁動作を休止させて、第 2 の吸気ポート 5 b を閉じることにより、吸入空気を第 1 の吸気ポート 5 a に流速を速めながら流入させて、燃焼室 4 内にスワールを発生させるように構成されている。

【0059】さらに、吸気ポート 5 a, 5 b がその直上流側では合流せず、シリンダヘッド 3 内では互いに独立的に設けられている場合を図 3 (c) に示してある。この構成では、燃料噴射弁 10 が第 1 の吸気ポート 5 a に設けられているとともに、第 2 の吸気ポート 5 b にはスワール制御弁 18 が設けられている。そして、低負荷時に、このスワール制御弁 18 を閉じて、吸入空気を第 1 の吸気ポート 5 a に流速を速めながら流入させて、燃焼室 4 内にスワールを発生させるように構成されている。また、上記スワール制御弁 18 を設ける代わりに、図 3 (a), (b) の構成と同様に、低負荷時には、吸気行程における第 2 の吸気弁 7 b の開弁動作を休止させるようにしても良い。なお、図 3 (b), (c) では、排気ポート 6 a, 6 b を省略してある。

【0060】いずれの吸気ポート構造においても、吸気ポート 5 a, 5 b の上流側の吸気通路には、図 2 に示すように、吸気ポート 5 a, 5 b の開閉に伴う吸気エアの脈動を緩和するために一定の容積を有するサージタンク 11 が配置され、このサージタンク 11 の上流側の吸気通路には、エンジン E に供給する吸気量をアクセルペダル (図示は省略) の踏み込み量に応じて制御するスロットル弁 12 が介設されている。また、スロットル弁 12 の上流側には、エンジン E に供給される吸気量を軽量するエアフローメータ 13 と、吸気系の入口部に位置するエアクリーナ 14 とが配置されている。一方、上記排気ポート 6 a, 6 b は排気通路 15 に連通している。

【0061】本発明が適用されるエンジンは、図 1 に示したように、燃焼行程終期から吸気行程初期までの間所定期間だけ運転状態 (特に冷間時) に応じて微小量開弁

して、既燃ガスを吸気ポートに還流させる既燃ガス還流弁を備えていることを特徴としているが、本実施例では、上記既燃ガス還流弁を別途に設けることなしに、図 3 (a) の構成では第 1 および第 2 の吸気弁 7 a, 7 b の双方を、また図 3 (b), (c) の構成では、燃料噴射弁 10 が設けられている側の第 1 の吸気弁 7 a のみを既燃ガス還流弁に兼用している。そのため、吸気行程で開弁される第 1 および第 2 の吸気弁 7 a, 7 b の双方または第 1 の吸気弁 7 a のみが、燃焼行程の終期から排気行程の初期に亘る所定期間だけ、運転状態に応じて微小量開弁されるように、吸気弁 7 a, 7 b の動弁機構 16 が構成され、かつこの動弁機構 16 を油圧で駆動するアクチュエータ 17 が設けられている。

【0062】さらに、第 1 および第 2 の吸気弁 7 a, 7 b の双方または第 1 の吸気弁 7 a のみが既燃ガス還流弁として微小量開弁される期間に同期して、燃料噴射弁 10 から燃料が噴射されるように構成され、これによって、燃焼室 4 内から第 1 および第 2 の吸気ポート 5 a, 5 b の双方または第 1 の吸気ポート 5 a のみに超音速で還流 (ブローバック) される高温・高圧の既燃ガスが燃料噴霧に衝突して、粗大燃料液滴をも分裂・崩壊させ、気化を促進する。したがって、燃料の壁面付着を低減して、特に冷間時の HC 排出量の低減に効果がある。また、同時に内部 EGR が行われることにより、NO<sub>x</sub> 排出量も低減される。そして、この場合、図 4 に示すように、気化に時間を要する粗大燃料液滴や燃料だれの発生しやすい噴射終了時期を、還流の運動量が大きい還流期間の前半に一致させることにより、高温ガスの超音速流と噴射燃料とを効果的に衝突させるようにしている。

【0063】上記動弁機構 16 を油圧で駆動するアクチュエータ 17 は、各種の運転条件のデータを読み込んだコントロールユニット 20 からの出力信号によって、燃料噴射弁 10 とともに制御される。

【0064】上記コントロールユニット 20 には、アクセルペダル (図示は省略) の踏み込み量、すなわち、エンジン負荷に応じてその弁開度が変化するスロットル弁 12 の開度を検出するアクセル開度センサ 21 からのアクセル開度信号、エアフローメータ 13 からの吸気量信号、クランク角センサ 22 からのクランク角信号、水温センサ 23 からの水温信号等の各種運転条件に関するデータが入力される。

【0065】コントロールユニット 20 は、これら入力信号を受けてエンジン E の運転状態を判断し、その判断に応じて動弁機構 16 のアクチュエータ 17 に指令信号を出力して、上記動弁機構 16 を制御する。また同時に、燃料噴射弁 10 にパルス信号を出力して、燃料噴射弁 10 から噴射される燃料の噴射タイミングおよび噴射期間を制御する。

【0066】図 5 は、各気筒にそれぞれ設けられる上記動弁機構 16 の 1 例構成を模式的に示す説明図である。

【0067】図5において、吸気側のカムシャフト30には、吸気行程で吸気弁7a, 7bをリフトさせるための通常の吸気用カム31を中央にして、その両側に第1および第2のブローバック用カム32a, 32bが所定の間隔をおいて一体に形成されている。ブローバック用カム32a, 32bは図6(a)に示すようなカムプロフィールを有し、吸気用カム31は図6(b)に示すようなカムプロフィールを有している。そして、カムシャフト30と平行に配置された図示しないロッカーシャフトに、5個のロッカーアーム34a, 35a, 33, 35bおよび34bがこの順序で揺動自在に配設されている。なお、図6において、BDC<sub>1</sub>は燃焼下死点、TDCは排気上死点、BDC<sub>2</sub>は吸気下死点である。

【0068】図5において左端に位置する第1のロッカーアーム34aは、一方のブローバック用カム32aに常時当接し、中央に位置する第3のロッカーアーム33は吸気用カム31に常時当接し、右端に位置する第5のロッカーアーム34bは、他方のブローバック用カム32bに常時当接しており、これら3個のロッカーアーム34a, 33, 34bは吸気弁7a, 7bに係合する端部を備えておらず、ロッカーアーム34aと33との間に隣接して介装された第2のロッカーアーム35aが第1の吸気弁7aに常時係合し、また、ロッカーアーム33と34bとの間に隣接して介装された第4のロッカーアーム35bが第2の吸気弁7bに常時係合するように構成されている。

【0069】ロッカーアーム34aと35aとの間には、両ロッカーアーム34a, 35aを連動状態または非連動状態に択一的に切換える切換手段を構成する第1のピン結合機構36Aが設けられ、ロッカーアーム35aと33との間には、両ロッカーアーム35a, 33を連動状態または非連動状態に択一的に切換える切換手段を構成する第2のピン結合機構36Bが設けられ、ロッカーアーム33と35bとの間には、両ロッカーアーム33, 35bを連動状態または非連動状態に択一的に切換える切換手段を構成する第3のピン結合機構36Cが設けられ、ロッカーアーム35bと34bとの間には、両ロッカーアーム35b, 34bを連動状態または非連動状態に択一的に切換える切換手段を構成する第4ピン結合機構36Dが設けられている。

【0070】これら第1～第4のピン結合機構36A～36Dは、油圧で作動されるピストン機能を有するピン37をそれぞれ備えている。これらピン結合機構36A～36Dの構成を第1の結合機構36Aを例にとってさらに詳細に説明すると、ピン37は、ロッカーアーム34aのロッカーアーム35a側の面に開口する嵌装孔(シリンダとして機能する)38内に摺動自在に嵌装され、この嵌装孔38に対向して、ロッカーアーム35a側にも、上記ピン37が摺動自在に嵌入し得る嵌装孔39が嵌装孔38と同軸的に形成されている。これら嵌装

孔38, 39の軸線はカムシャフト30の軸線と平行である。嵌装孔38の底部には油室40が形成され、油室40は油路41を通じてロッカーシャフト内の油路(図示は省略)に連通しており、この油路が油圧供給源(図示は省略)に接続されている。そして、油室40に油圧が供給されないときには、図5に示すように、ロッカーアーム34a, 35aが独立的に揺動し得る非連動状態にあるが、油室40に油圧が供給されると、ピン37の一部分がロッカーアーム35aの嵌装孔39に挿入され、これによって、ロッカーアーム34a, 35aがピン37を介して結合されて連動状態に切換えられる。

【0071】残る第2～第4のピン結合機構36B～36Dも同様の構成を有するが、図5から明らかなように、ロッカーアーム33に第2および第3のピン結合機構36B, 36Cの油室40が形成され、ロッカーアーム34bに第4のピン結合機構36Dの油室40が形成されている。

【0072】次に、以上のような構成を有する動弁機構16の動作に関する5つのケース(i)～(5)について、図7～図11を参照しながら説明する。なお、図7～図11の各図において、ブローバック用カム32a, 32bによる吸気弁7a, 7bのリフト状態を左方に、吸気用カム31による吸気弁7a, 7bのリフト状態を右方に示してある。

【0073】(1) 図3(a)の構成における冷間・低負荷時(図7)：第1、第2および第4のピン結合機構36A, 36B, 36Dの油室40に油圧が供給され、ロッカーアーム34a, 35a, 33が連動状態、ロッカーアーム33, 35bが非連動状態、ロッカーアーム35b, 34bが連動状態になる。したがって、ブローバック時には吸気弁7a, 7bの双方がリフトされる。また、吸気行程では吸気弁7aのみがリフトされて、吸気弁7bは休止状態となり、燃焼室4内にスワールを発生させて、既燃ガス還流による燃焼性の悪化を抑制する。

【0074】(2) 図3(a)の構成における冷間・中高負荷時(図8)：第1～第4のピン結合機構36A, 36B, 36C, 36Dのすべての油室40に油圧が供給され、5個のロッカーアーム34a, 35a, 33, 35b, 34bがすべて連動状態になる。したがって、ブローバック時にも吸気行程においても、吸気弁7a, 7bの双方がリフトされる。

【0075】(3) 図3(b)の構成、および図3(c)でスワール制御弁18を除いた構成における冷間・低負荷時(図9)：第1、第2ピン結合機構36A, 36Bの油室40に油圧が供給され、ロッカーアーム34a, 35a, 33が連動状態、ロッカーアーム33, 35bが非連動状態、ロッカーアーム35b, 34bが非連動状態になる。したがって、ブローバック時にも吸気行程においても、吸気弁7aのみがリフトされて、吸気弁7bは休止状態となり、吸気行程において燃焼室4内にス

ワールを発生させる。

【0076】(4) 図3(a)、(b)の構成、および図3(c)でスワール制御弁18を除いた構成における温間・低負荷時(図10)：第2ピン結合機構36Bの油室40のみに油圧が供給され、ロッカーアーム35a、33が連動状態、他は非連動状態になる。したがって、ブローバックは行われず、吸気行程においては、吸気弁7aのみがリフトされて、吸気弁7bは休止状態となり、燃焼室4内にスワールを発生させる。

【0077】(5) 同温間・中高負荷時(図11)：第 \*10 【表1】

ケース	図面	ピン結合機構				ブローバック時		吸気行程	
		36A	36B	36C	36D	7a	7b	7a	7b
①	図7	○	○	×	○	○	○	○	×
②	図8	○	○	○	○	○	○	○	○
③	図9	○	○	×	×	○	×	○	×
④	図10	×	○	×	×	×	×	○	×
⑤	図11	×	○	○	×	×	×	○	○

○：作動

×：非作動

【0080】ここで、燃料の気化・霧化の促進対策について述べる。

【0081】燃焼行程終期から排気行程初期に亘る吸気弁7a、7bまたは7aの微小量開弁による既燃ガスの還流期間 $T_r$ と燃料噴射弁10の燃料噴射期間 $T_i$ との関係について述べると、燃料噴射期間 $T_i$ が還流期間 $T_r$ よりも短いときには( $T_i < T_r$ )、図4に示したように、気化に時間を要する粗大燃料液滴や燃料だれの発生しやすい噴射終了時期を、還流の運動量が大きい還流期間 $T_r$ の前半に一致させることにより、高温ガスの超音速流と噴射燃料とを効果的に衝突させている。

【0082】しかしながら、燃料噴射期間 $T_i$ が還流期間 $T_r$ よりも長い運転条件においては、燃料噴射弁10から噴射された燃料噴霧が吸気ポートの燃焼室4への開口部に到達するのに要する時間 $T$ を考慮して燃料噴射期間 $T_i$ を設定する必要がある。すなわち、図12に示すように、 $T_i < T_r \leq T_i + T$ の場合は、還流開始時点よりも時間 $T$ だけ以前に燃料噴射を開始することにより、 $T_i - T_r$ に相当する期間の噴霧も還流と衝突させて燃料の破碎・気化を促進することができる。また、 $T_i > T_r + T$ の場合は、噴射開始時点を上記と同様にとると、 $T_i - (T_r + T)$ に相当する期間の噴霧が還流と接触しなくなるため、噴射終了時点を経過した時点で一致させて、上記余剰分の燃料を還流開始以前に噴射しておくことにより、噴射燃料のすべてを吸気ポート内で還流に接触させて、気化の悪化を防止することができる。

【0083】さらに、燃料噴射期間 $T_i$ が還流期間 $T_r$ よりも長いときに、吸気ポートの内部に、この吸気ポ

\* 2、第3ピン結合機構36B、36Cの油室40に油圧が供給され、ロッカーアーム35a、33、35bが連動状態になる。したがって、ブローバックは行われず、吸気行程においては、吸気弁7a、7bの双方がリフトされる。

【0078】上記5つのケースにおける第1～第4のピン結合機構36A、36B、36C、36Dおよび吸気弁7a、7bの動作状態を下記の表1にまとめて示す。

【0079】

トの断面積を絞ることができる絞り手段を設けることによっても燃料の気化を促進させることができる。例えば、図13に示すように、吸気ポート5aの上壁部に配置される燃料噴射弁10に対して、燃料噴射弁10の下流側の吸気ポート5aの下壁部に、この吸気ポート5aの断面積を絞ることができるプレート45を設け、このプレート45の角度を変えることにより、還流量が一定でも還流時間を変化させることができる。これにより、負荷に対する還流量と、燃料気化とを制御することができる。そして、この場合、上記プレート45が、還流ガスを燃料噴射弁10の噴射口に向かって偏向させる偏向板として作用して、燃料気化を促進させることができる。

【0084】あるいは、図14に示すように、通常は開いていて吸気エアに対しては抵抗とならないが、吸気エアとは逆方向の還流ガスによって閉じるように構成されたリードバルブ46を、燃料噴射弁10の上流側の吸気ポート5aの内部に設けても良い。この場合は、還流時間が長くなることにより、気化を促進できる。

【0085】また、図15に示すように、1サイクル中に燃料を例えば2回噴射させることにし、第1回目の燃料噴射期間を上記既燃ガス還流期間に一致させ、かつ第2回目の燃料噴射期間を排気弁8a、8bの開弁期間と吸気弁7a、7bの開弁期間とのオーバーラップ期間に一致させることにより、それぞれの期間における既燃ガスの還流を利用して、燃料の気化を図ることができる。

【0086】また、吸気ポート5a内における燃料噴射弁10の配設位置を従来よりも上流側に設定するとともに、燃料噴射弁10から噴射された燃料が吸気ポート5

aの燃焼室に到達するまでに燃料噴射を終了させ、かつ燃料噴射終了後に既燃ガスの還流を行うようにすれば、燃料噴霧のすべてがことにより、還流ガスに接触することになり、燃料の気化が促進される。

【0087】さらに、図16に示すように、吸気ポート5aの通常位置に配置した第1の燃料噴射弁10aに加えて、吸気ポート5aの上流側に第2の燃料噴射弁10bを設け、両燃料噴射弁10a、10bから同時に燃料を噴射することにより、燃料噴射時間を短縮するとともに、1回の還流を2度に亘って燃料噴霧に衝突させて、燃料の気化を図ることもできる。

【0088】また、還流既燃ガスは吸気ポート5aの上方に偏って流れるから、図17(a)に示すように、吸気ポート5aの燃焼室4内への開口部の上方部分に隆起部47を形成して、あるいは図17(b)に示すように、吸気バルブ5aの傘部の吸気ポート5a側の面にシールド48を設けて、吸気ポート5a上方の還流既燃ガス流路を挟めることにより、吸気ポート5a内の還流分布を均一化して、燃料噴霧および壁面付着燃料の気化を図ることができる。

【0089】また、これとは逆に、吸気ポート5aの上方に偏って流れる還流既燃ガスの性質を利用して、図18に示すように、燃料噴射弁10の燃料噴射方向を吸気ポート5aの上壁部とすることにより、還流既燃ガスの利用度を高め、燃料の気化を図ることもできるとともに、吸気ポート5a下部からの液垂れを防止することができる。そして、この場合は、燃料噴射弁10から噴射された燃料が吸気ポート5aの上壁面に付着した後に既燃ガスの還流が行われるように、燃料噴射時期と還流時期とを設定して、噴射された燃料のすべてに還流を接触させ、気化の促進を図るようにしても良い。

【0090】さらに、図19に示すように、図18と同様に燃料噴射方向を吸気ポート5aの上壁部とした第1の燃料噴射弁10aに加えて、燃料噴射方向を吸気ポート5aの燃焼室4への開口部とした第2の燃料噴射弁10bを設け、既燃ガス還流が行われる運転状態(冷間時)では上向きの第1の燃料噴射弁10aから燃料を噴射し、既燃ガス還流が行われない運転状態(温間時および全負荷時)では下向きの第2の燃料噴射弁10bから燃料を噴射するようにしても良い。図19(a)は、第1および第2の燃料噴射弁10a、10bを1つの吸気ポート5aに縦列配置した場合を示し、図19

(b)、(c)は、第1および第2の燃料噴射弁10a、10bを並列配置した場合である。すなわち、図19(b)では、図3(a)と同様に第1および第2の吸気ポート5a、5bがその直上流側で合流して共通の吸気ポート9を形成している構成において、既燃ガス還流が行われる運転状態で動作する上向きの第1の燃料噴射弁10aを第1の吸気ポート5a側にオフセットさせて共通吸気ポート9に配置し、既燃ガス還流が行われない

運転状態で動作する下向きの第2の燃料噴射弁10bを共通吸気ポート9の中央に配置している。また、図19(c)では、図3(c)と同様に第1および第2の吸気ポート5a、5bが互いに独立的に設けられている構成において、既燃ガス還流が行われる運転状態で動作する上向きの第1の燃料噴射弁10aを第1の吸気ポート5a配置し、既燃ガス還流が行われない運転状態で動作する下向きの第2の燃料噴射弁10bを第2の吸気ポート5bに配置している。

【0091】さらに、図20に示すように、還流が吸気ポート5a内で旋回するように吸気ポート5aを斜めに設け、この旋回する還流ガスによって、燃料噴射弁10から噴射された燃料噴霧および吸気ポート5aの壁面に付着した燃料の気化を図るようにしても良い。あるいは、図21(a)、(b)に示すように、吸気弁7aの傘部の吸気ポート5a側の面に還流偏向板49を設け、この還流偏向板49によって、還流を吸気ポート5a内で旋回させるようにしても良い。また、上記還流偏向板49を吸気ポート5a側に設けても良い。

【0092】ところで、上述のような既燃ガス還流制御を実行する場合に、多気筒エンジンでは、各気筒間の構造上のばらつきから、既燃ガス還流量にもばらつきが生じることが起こり得る。特に低負荷時には燃焼条件が悪い上に吸気ポート内と筒内との圧力差が大きいので、還流量が多くなる。したがって、還流量のばらつきにより各気筒の燃焼状態が異なって、エンジンの回転変動が発生しやすい。

【0093】そこで、回転変動センサまたは筒内圧センサ等のような検出手段を設けて各気筒の燃焼状態を検出し、燃焼が遅い(還流量が多い)気筒に対しては燃料噴射量を増加させて空燃比をリッチ側に移行させ燃焼を速めることにより、各気筒の燃焼状態のばらつきを補正して回転変動を抑制することができる。ただし、この回転変動は負荷の増大に伴って発生しにくくなるから、負荷が増大すれば噴射量の補正量を減少させるのが良い。

【0094】また燃焼が遅い(還流量が多い)気筒は、点火時期を進角させ、燃焼が速い気筒は、点火時期を遅角させることによっても、回転変動を抑制することができる。

【0095】さらに、冷間高負荷時には、還流量が減少するため、燃料が気化しにくくなるが、エンジンの排気マニホールドに排気シャッター弁(図示は省略)を設け、還流量が減少したときに上記排気シャッター弁を閉制御することにより、還流量を増加させることができる。すなわち、高負荷領域で排気シャッター弁を図22に示すように閉じて行くと、排気圧力が高まって十分な還流量が得られる。したがって、高負荷時に吸気弁を早期開弁するシステムを用いることなしに気化を促進させることができる。また、高負荷時にEGRが行われるため、NO<sub>x</sub>が低減され、またスロットル開度増大により

ポンピングロスが減少し、燃費改善もできる。そして、この場合は排気温度によって冷間から温間への切換え判定を排気温度によって行うとともに、上記排気シャッター弁に形状記憶合金を用いることにより、制御システムの簡略化を図ることができる。

【0096】次に、既燃ガス還流状態から非還流状態への切換え時に、燃焼状態が急激に変化することにより、トルクショックが発生することがある。トルクショックの発生を防止する方法について以下に説明する。

【0097】上記既燃ガス還流、非還流の制御切換えは、部分負荷（スロットル開度半開）と全負荷（WOT、スロットル開度全開）との間でも行われるが、例えば上記排気シャッター弁が設けられている場合は、図23に示すように、この排気シャッター弁を徐々に開閉することにより、還流量（内部EGR量）が徐々に変化するから、上記既燃ガス還流、非還流の制御切換えによるトルクショックの発生を防止することができる。また、エンジン水温に基づいて既燃ガス還流、非還流の制御切換えを行う場合にも、同様の排気シャッター弁制御を行うことによりトルクショックの発生を防止することができる。

【0098】さらに、既燃ガス還流、非還流の制御切換え時に空燃比の補正制御を行うことにもトルクショックの発生を防止することができる。すなわち、図24に示すように、既燃ガス還流状態から非還流状態への切換え時には、空燃比を一旦リーン側に補正した後、徐々に適正空燃比に戻し、既燃ガス非還流状態から還流状態への切換え時には、空燃比を一旦リッチ側に補正した後、徐々に適正空燃比に戻すことにより、切換え時のトルクショックの発生を防止することができる。

【0099】また、既燃ガス還流用カム（図5の32a、32b）のリフトタイミングまたはリフト量を可変できる構成とし、既燃ガス還流状態から非還流状態への切り換え時には、図25に示すように、既燃ガス還流用カムのリフトタイミングを徐々に遅らせ、既燃ガス非還流状態から還流状態への切り換え時には、遅らせておいた既燃ガス還流用カムのリフトタイミングを徐々に早めることにより、切換え時のトルクショックの発生を防止することができる。

【0100】さらに、既燃ガス還流状態から非還流状態への切り換え時に、図26に示すように、点火時期を一旦遅角させてから徐々に適正点火時期に戻すようにしても、切換え時に発生するトルクショックを軽減できる。

【0101】また、エンジンが冷間から温間になって、既燃ガス還流状態から非還流状態への切換え制御が行われるとき、図27に示すように、既燃ガス還流による内部EGR量と同量の外部EGRを導入した後、この外部EGR量を徐々に減らして行くことにより、EGR量の急激な変化を阻止し、これによって、トルクショックの

発生を防止することができる。

【0102】また、既燃ガス還流中にスロットルが開方向に変化すると（負荷増大）、還流量が減少し、気化状態が悪化してHC排出量が増加したり、内部EGR効果の減少によりNO<sub>x</sub>排出量が増加したりするため、外部EGRを導入する。ただし、外部EGRを導入したのみでは、さほど気化が促進されない。そこで、図28に示すように、外部EGRを吸気ポート5aに導入するノズル50を燃料噴射弁10のノズルに対向させて設けると、燃料噴射弁10から噴射された燃料噴霧が直接外部EGRガスに当たり、気化の悪化を阻止してHC排出量の増加を防止することができる。

【0103】次に加速時および減速時の制御について説明する。

【0104】燃料に臨時噴射を伴う加速時において、従来は、燃料の壁面付着を見込んで、臨時噴射分の燃料を増量させており、これが燃費を悪化させていた。そこで、臨時噴射時期を、ブローバックにより還流された高温の既燃ガスが再び吸気ポートを通過する吸気行程初期に設定することにより、その燃料噴霧の気化を促進し、壁面付着量を減少させることができ、これによって、燃料の加速増量（臨時噴射パルス幅）の減少による燃費の改善と、HC排出量の増加防止とを図ることができる。また、燃料の壁面付着量の減少により、燃料の輸送遅れが低減されるため、加速応答性も向上する。

【0105】一方、ブローバックによる既燃ガスの還流中あるいは還流後から吸気開始間での間に、減速のためにスロットルが閉方向に変化すると、吸入空気量の減少により、空燃比が一時的にリッチになり、HC排出量が増加する。そこで、スロットルが閉動作中で燃料カットが行われるまでは、点火時期を遅角補正して排気温度を高めることにより、HC排出量の増加を抑制することができる。

【0106】次に、燃料噴射弁10のノズルがブローバックによる既燃ガスに直接さらされると、燃料噴射弁10のノズルが目詰まりを起こすおそれがある。その対策について以下に説明する。

【0107】1つの対策は、図29に示すように、燃料噴射終了時期を還流終了時期に一致させることである。また、1サイクルで2回以上の燃料噴射を行うことでも良い。特に、図15に示したように、ブローバック時と、吸排気行程のオーバーラップ時とにおいて燃料噴射を行うことが効果的である。さらに、燃料の気化を促進する手段として、燃料噴射弁が燃料とともにエアをノズルから噴出させるエアアシスト手段を備えている場合に、アシストエア圧を大気圧以上に高めるとともに、既燃ガス還流中はエア噴射を持続することにより、燃料噴射弁およびエア噴射弁のノズルが直接既燃ガスにさらされるのを防止することができる。

【0108】ところで、図5～図11に示す動弁機構1



6は、吸気弁7a、7bのうちの少なくとも一方を既燃ガス還流弁に兼用する場合の動弁機構であり、少なくとも一方の吸気弁7aが1サイクルに2回リフトするように構成されている。

【0109】このような2回リフトによるカム駆動損失を低減し、機械抵抗の増大を防止するため、図30に示すように、一方の吸気弁7aを専用の吸気弁として用い、他方の吸気弁を専用の既燃ガス還流弁51としても良い。その場合、吸気ポート5aから分岐された既燃ガス還流ポート52を設ける。そして、吸気ポート5aの既燃ガス還流ポート52との分岐部の上流側において分岐部側とは反対側のポート壁に燃料噴射弁10を配置し、この燃料噴射弁10から燃料を既燃ガス還流ポート52に向けて噴射する。このような構成により、燃料噴霧のブレークアップレングスを確保でき、燃料の壁面付着量を低減することができる。

【0110】図31も、専用の既燃ガス還流弁51を設けた場合である。この場合、専用の吸気弁7aを大径として中心に配置し、専用の既燃ガス還流弁51は小径として、比較的狭い既燃ガス還流ポート52を設ける。燃料噴射弁10の燃料噴射方向は、図30と同様に既燃ガス還流ポート52に向ける。そして、既燃ガス還流時には、既燃ガス還流弁51の開弁時期に同期して燃料噴射弁10から燃料を噴射させる。還流により吹き戻された燃料は大径の吸気弁7aの位置から燃焼室4内に流入して広範囲に拡散し、空気と混合される。還流停止時には、吸気行程で燃料噴射を行うことにより、燃料噴霧は吸気流により曲げられて、大径の吸気弁7aの位置から燃焼室4内に流入し、広範囲に拡散して空気と混合される。したがって、燃焼性も向上される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるエンジンの制御装置の構成およびその作用を示す説明図

【図2】本発明が適用されるエンジンの断面図

【図3】エンジンの吸気ポートの構造に対する燃料噴射弁の配置を説明する平面図

【図4】既燃ガス還流時の燃料噴射期間と吸気弁の開弁期間との関係を示す特性図

【図5】動弁機構の1例構成を示す説明図

【図6】吸気弁の開弁特性を示す特性図

【図7】既燃ガス還流時には第1および第2の吸気弁の双方を開弁させ、吸気行程では第1の吸気弁のみを開弁させる場合の動弁機構の動作説明図

【図8】既燃ガス還流時および吸気行程の双方で第1および第2の吸気弁を開弁させる場合の動弁機構の動作説明図

【図9】既燃ガス還流時および吸気行程の双方で第1の吸気弁のみを開弁させる場合の動弁機構の動作説明図

【図10】既燃ガス還流時にはいずれの吸気弁をも開弁させず、吸気行程で第1の吸気弁のみを開弁させる場合

の動弁機構の動作説明図

【図11】既燃ガス還流時にはいずれの吸気弁をも開弁させず、吸気行程で第1および第2の吸気弁を開弁させる場合の動弁機構の動作説明図

【図12】既燃ガス還流時の燃料噴射期間と吸気弁の開弁期間との関係を示す特性図

【図13】燃料噴射弁の下流側に吸気ポートを絞るプレート設けた状態を示す説明図

【図14】燃料噴射弁の上流側に吸気ポートを絞るリードバルブを設けた状態を示す説明図

【図15】燃料噴射を複数回行う場合の燃料噴射時期の説明に供する特性図

【図16】吸気ポートに2個の燃料噴射弁を設けた状態を示す説明図

【図17】還流既燃ガスを吸気ポートに平均的に還流させる手段を示す説明図

【図18】燃料噴射弁を吸気ポートの上壁部を指向させた状態を示す説明図

【図19】互いに燃料噴射方向を異にする2個の燃料噴射弁を設けた状態を示す説明図

【図20】既燃ガスを吸気ポートで旋回させる手段の1例を示す説明図

【図21】既燃ガスが吸気ポートで旋回させる手段の他の例を示す説明図

【図22】負荷と排気シャッター弁の開度との関係を示す特性図

【図23】スロットル弁開度と排気シャッター弁の開度と還流量との関係を示すタイミングチャート

【図24】還流・非還流の切換え時における空燃比の補正制御の説明に供するタイミングチャート

【図25】還流・非還流の切換え時における既燃ガス還流弁の開弁時期変更動作の説明に供するタイミングチャート

【図26】還流・非還流の切換え時における点火時期の補正制御の説明に供するタイミングチャート

【図27】還流・非還流の切換え時における外部EGR量の変化を示す特性図

【図28】外部EGRノズルと燃料噴射弁との配置関係を示す説明図

【図29】既燃ガス還流量と燃料噴射期間との関係を示す特性図

【図30】専用の既燃ガス還流弁を設けた場合の燃料噴射弁の配置を示す説明図

【図31】専用の既燃ガス還流弁を設けた場合の燃料噴射弁の配置を示す説明図

【符号の説明】

5a, 5b 吸気ポート

7a, 7b 吸気弁

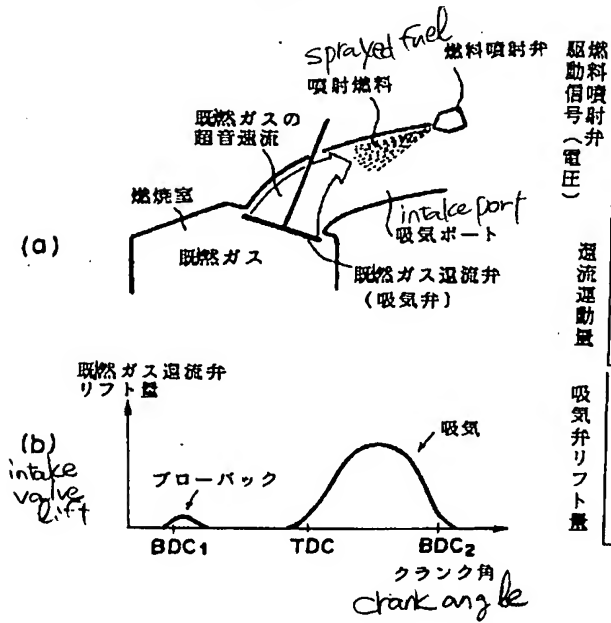
16 動弁機構

20 コントロールユニット

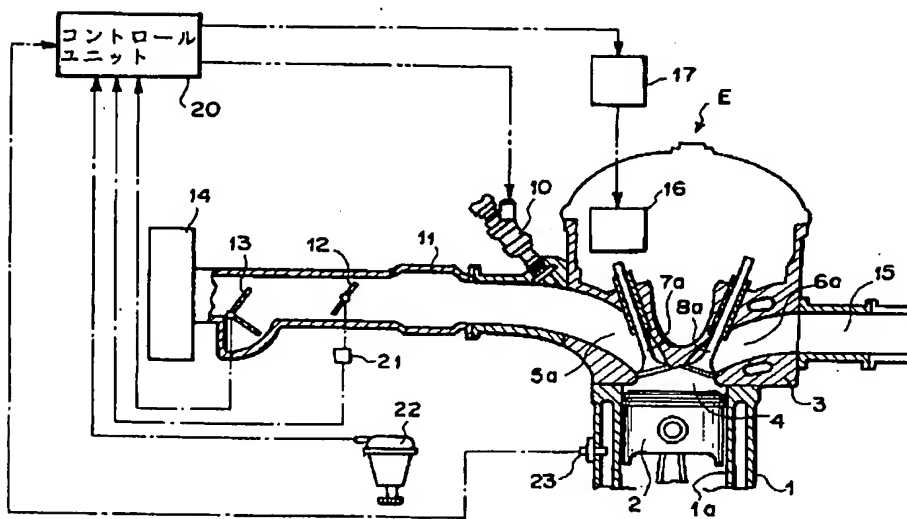


- 30 カムシャフト  
 31 吸気用カム  
 32 a, 32 b 既燃ガス還流用カム  
 33 ロッカーアーム  
 34 a, 34 b ロッカーアーム  
 35 a, 35 b ロッカーアーム

【図 1】



【図 2】

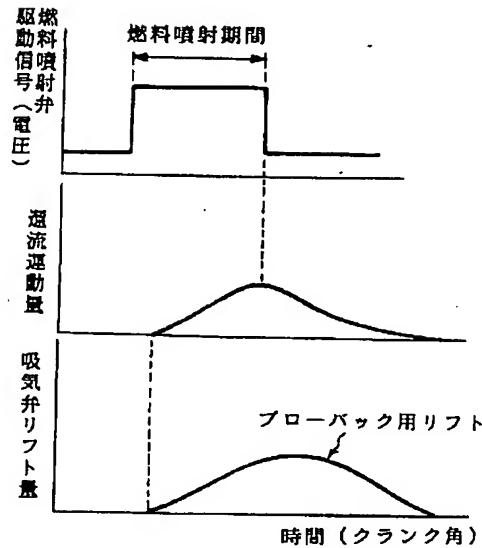


- \* 36 A~36 D ピン結合機構 (切換手段)

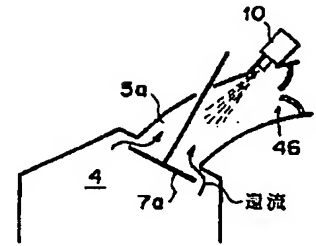
- 37 ピン  
 40 油室  
 51 既燃ガス還流弁  
 52 既燃ガス還流ポート

\*

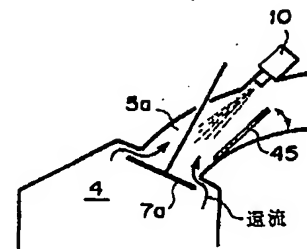
【図 4】



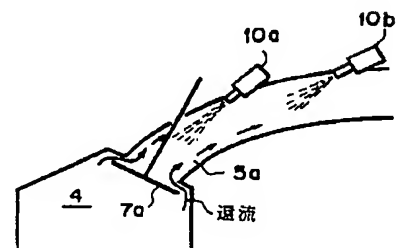
【図 14】



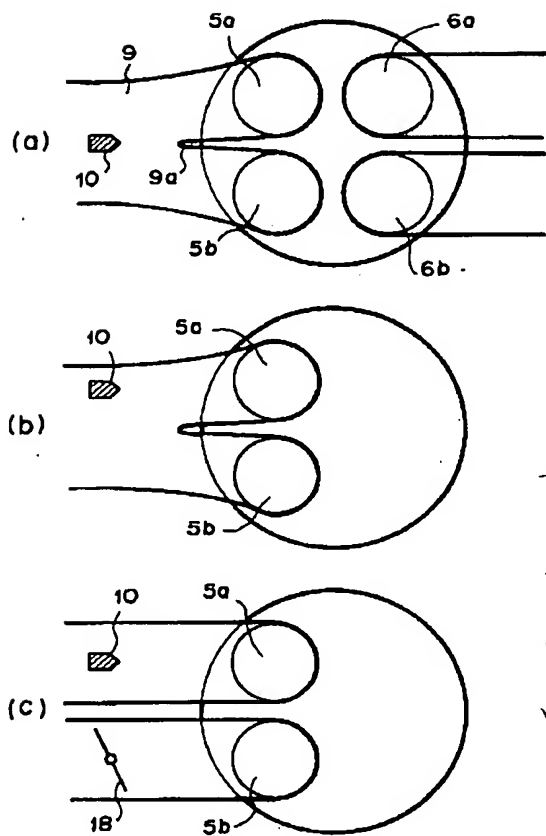
【図 13】



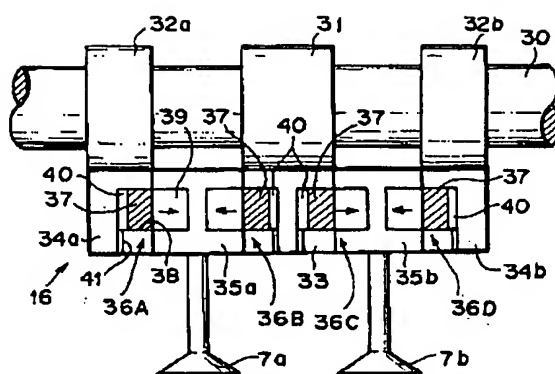
【図 16】



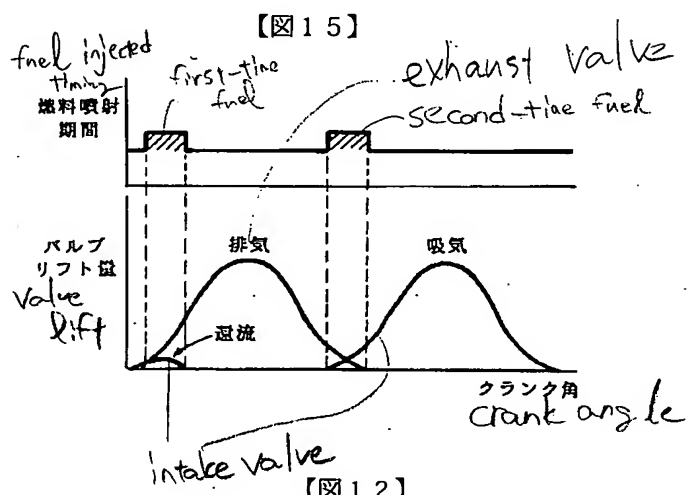
【図3】



【図5】

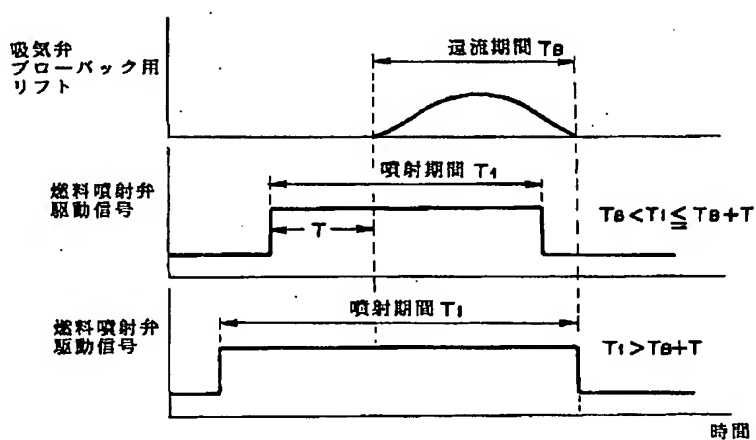
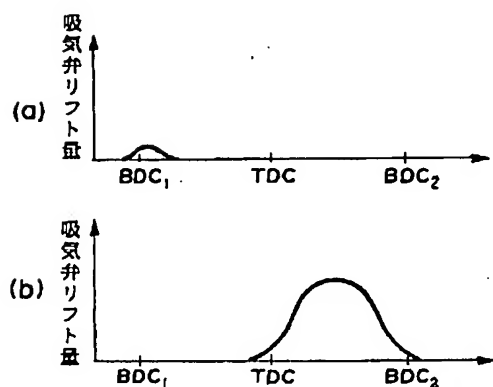


【図15】

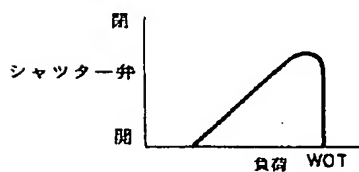


【図12】

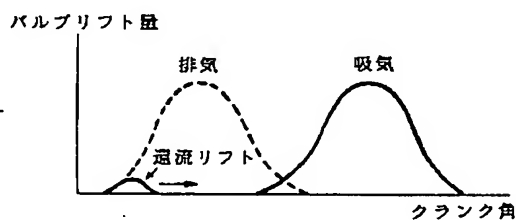
【図6】



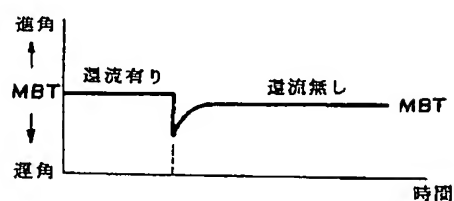
【図22】



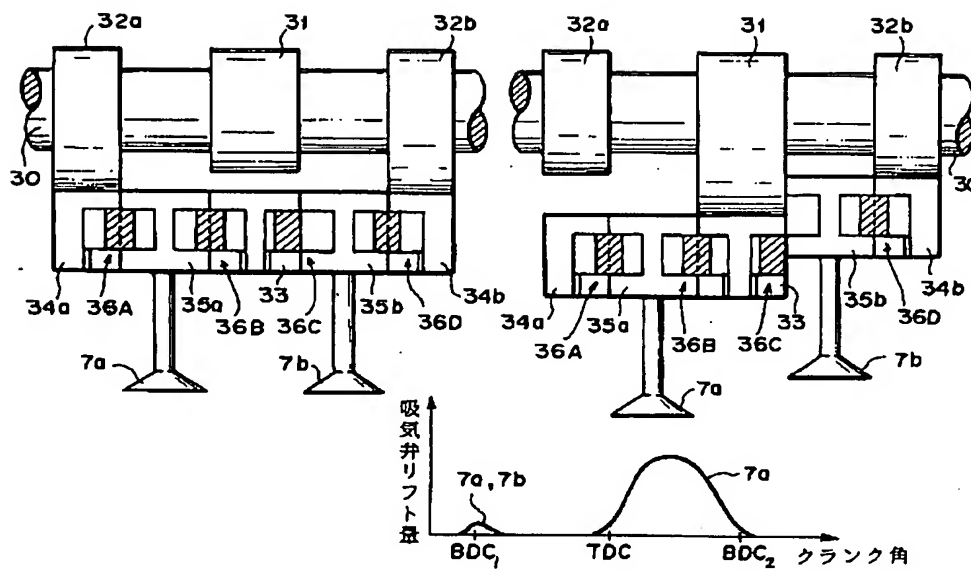
【図25】



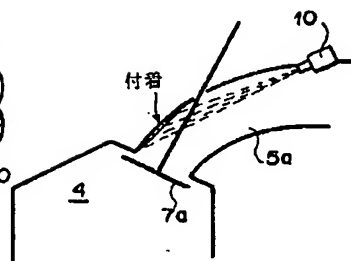
【図26】



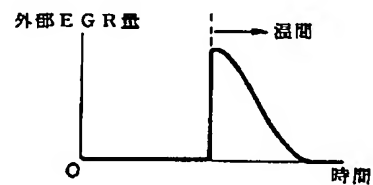
【図7】



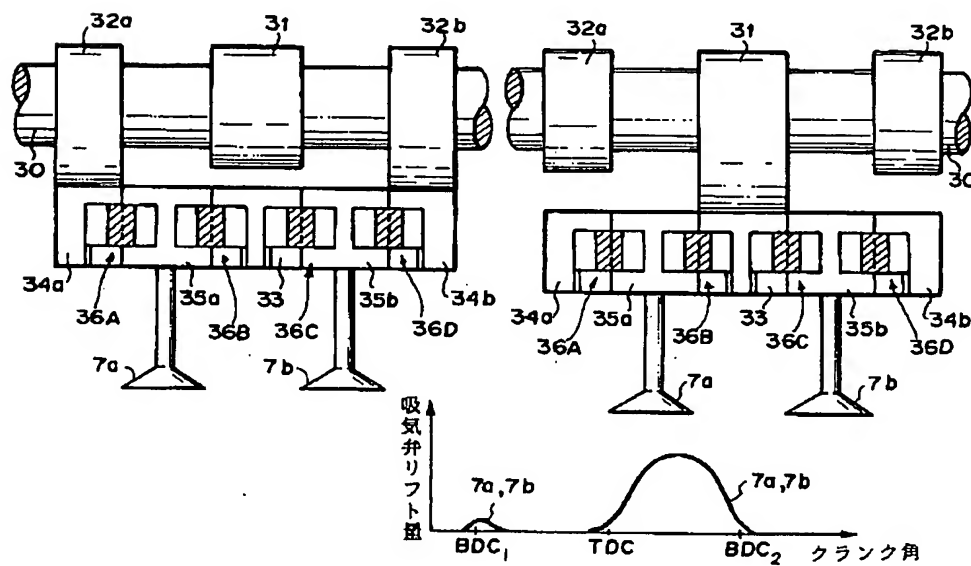
【図18】



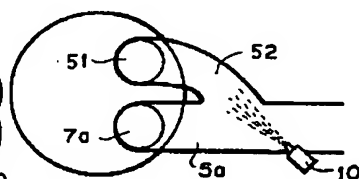
【図27】



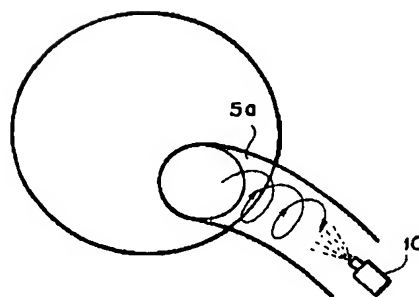
【図8】



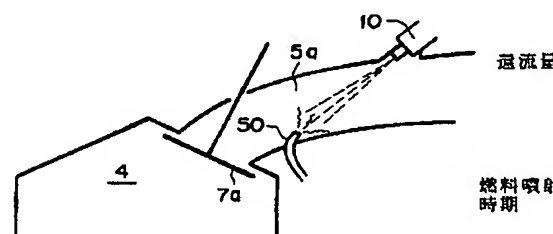
【図30】



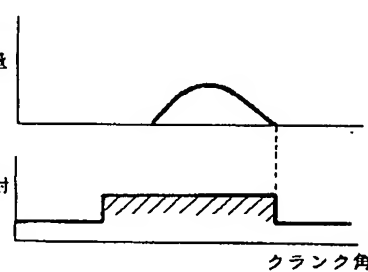
【図20】



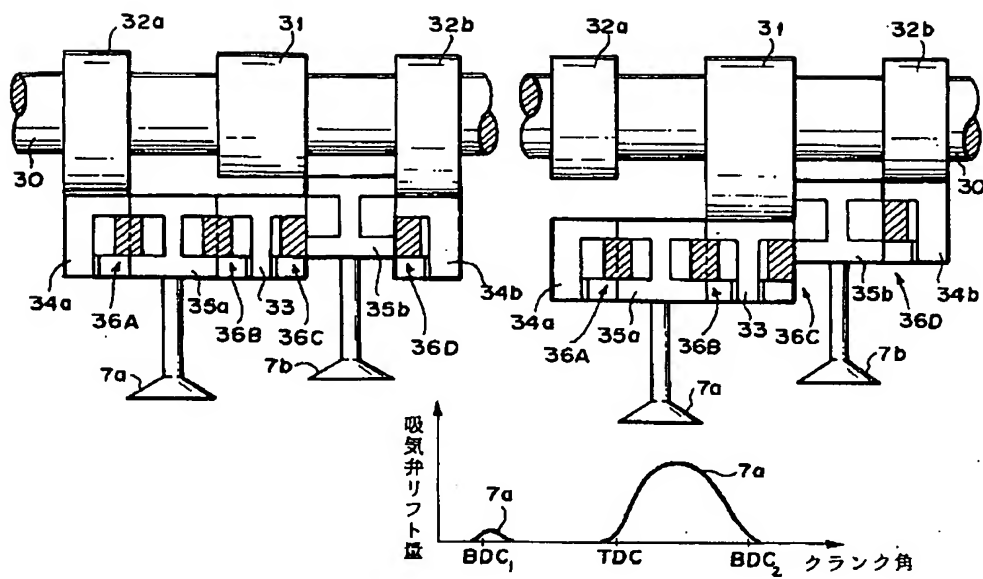
【図28】



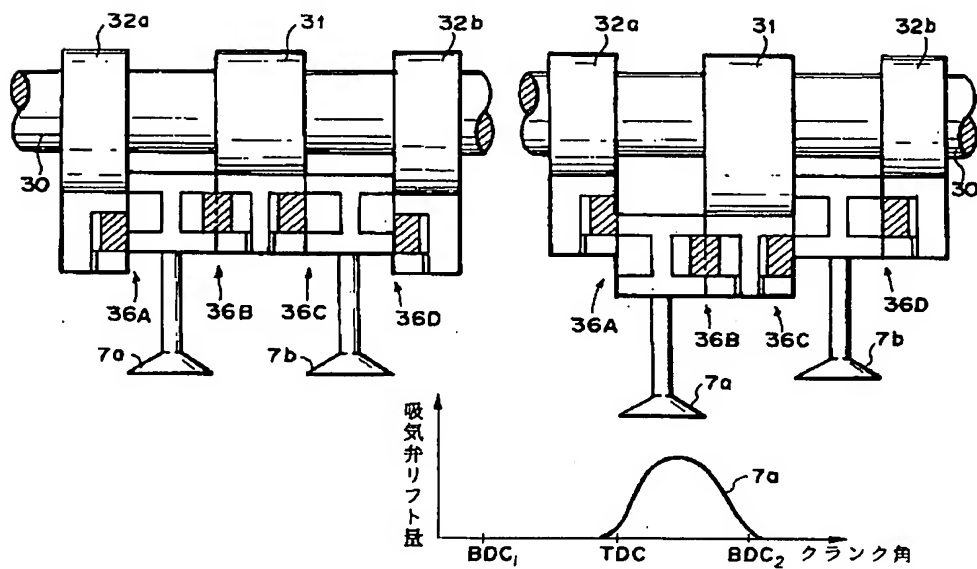
【図29】



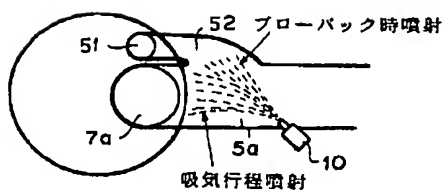
【図9】



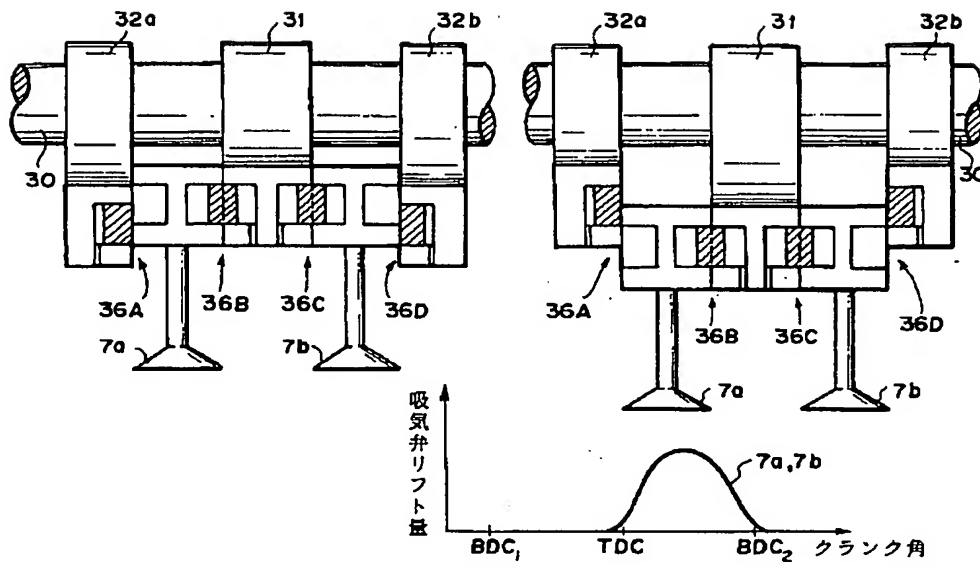
【図10】



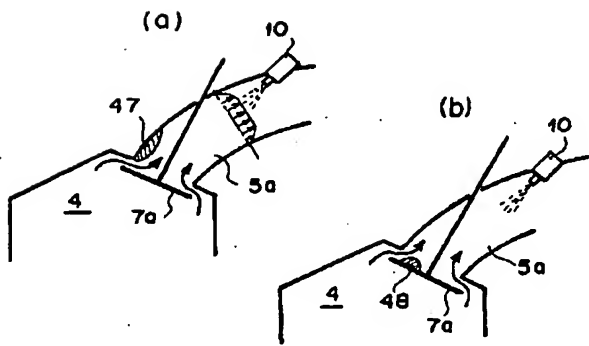
【図31】



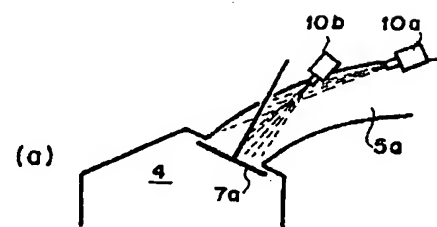
【図11】



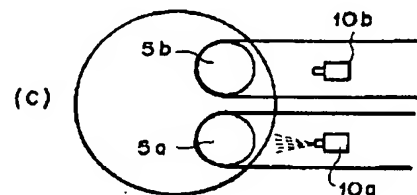
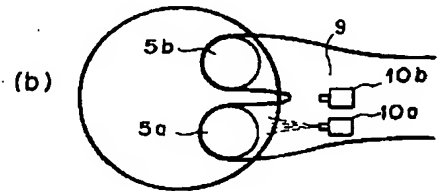
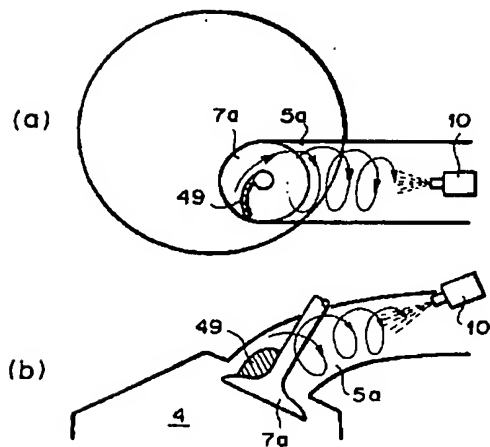
【図17】



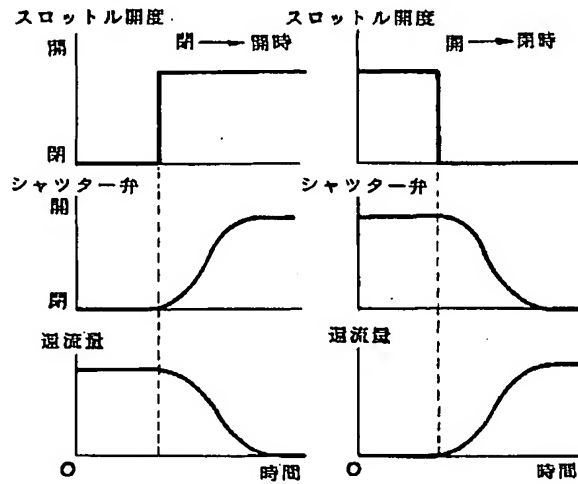
【図19】



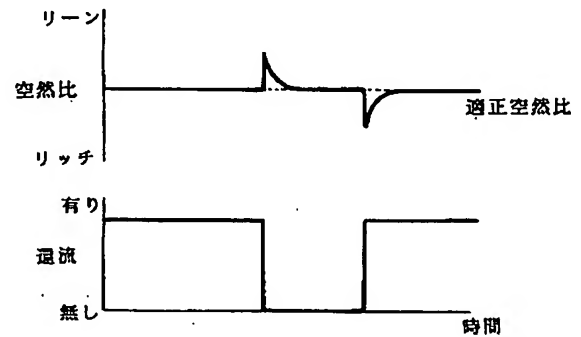
【図21】



【図 23】



【図 24】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 L 3/06		G		
13/00	3 0 2	B		
F 0 2 B 31/00		L		
31/02		J		
F 0 2 D 41/02	3 3 0	E		
41/10	3 3 5	Z		
41/34		F	9247-3G	
43/00	3 0 1	B		
		J		
		P		
		U		
		Z		
F 0 2 F 1/42		B		
F 0 2 M 25/07	5 1 0	B		
	5 5 0	R		
	5 8 0	C		
69/00	3 6 0	B		
		C		
		G		
69/04		P		
F 0 2 P 5/15				

(72)発明者 山本 博之  
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ  
 株式会社内